

既存階段室型住宅における夏期・冬期の生活行動及び温熱環境調査

環境都市専攻 建築都市デザインコース 6143130004-3 荻野 浩之
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

現在日本全国に存在する住宅総数は約 4960 万戸存在していると言われている^{文 1)}。その内、共同住宅^{注 1)}は約 2068 万戸存在しており、膨大なストックとなっている。中でも、①3~5 階建て、②昭和 36 年~55 年に該当するものは現在約 209 万戸存在していることが確認されている。これらは築年数が約 30 年以上経過し、この多くが公的住宅であり、低所得者のセーフティネットとなっている背景^{文 2)}もあることから低コストでの改修が望まれている。また 65 歳以上の高齢者は全国で約 3296 万人存在しており^{文 3)}、全人口の約 25.9%に相当している。上記階段室型住宅においても例外ではなく、近年高齢化に伴い、住宅居住者も高齢化、低所得化が進行していると言われており、熱中症や入浴中のヒートショックによる事故^{文 4)}など、住宅内における事故が増加していることから、住宅内での高齢者対策が喫緊の課題であると示唆される。また、住宅ストックにおいても空室率の増加が問題となっている。空室対策としては一般的に付加価値の向上が挙げられており、住宅の安全性や省エネルギー性の向上等を行うことが効果的であると考えられている^{文 5)}。そこで本研究では、膨大なストックを抱えている既存階段室型住宅に着目し、現状の既存階段室型住宅の温熱環境の把握を行い、問題点に対する対策を講じることにより、安全性の向上を目指すとともに、環境性能の向上を目指すものとする。

2. 研究概要

本研究では大阪府 N 市に位置する住宅供給公社団地(図 1、表 1)を対象とし、夏期及び冬期に分けて、①実居住者を対象とした生活行動調査、②非居住空間での実測調査の 2 点を行った。①実居住者を対象とした生活行動調査では研究対象集合住宅において、実際の使われ方を確認するために行った。更に冬期においてはヒートショックの影響を確認するために入浴前後及び入浴中の血圧測定を行った。②では冬期と夏期において非居住空間を利用して実際の温熱環境を把握するために行った。冬期では入浴時の暖房による血圧変化の状況を確認するために温熱環境の把握を行うとともに入浴実験を行った。夏期では熱中症の影響を確認するために温熱環境と共に湿度環境を確認した。実測期間は冬期：2014/2/10~2/17、夏期：2014/8/11~9/19、改修工事は冬期：2014/2/8、夏期：2014/9/15 に行った。



図 1 北入住戸 (3DK)

表 1 建物概要

築年数	40年
対象	大阪府N市
管理	住宅供給公社
専有面積	49.23~51.19㎡
全体住戸数	380戸
構造	鉄筋五階建て
住戸	階段室型集合住宅
入口方位 (室形式) ^{注2)}	北入住戸(3DK)
	北入住戸(LDK)
	南入住戸①(3DK)
	南入住戸(LDK)
	南入住戸②(3DK)

表 2 冬期被験者属性

	住戸形式	居住階	年齢	性別	居住人数	測定日	天気	外気温(°C)	
								最高	最低
A	北入(LDK)	1F	35	女性	4人(内子供2名)	2014/2/24	快晴	11.5	0.9
B	北入(3DK)	3F	64	男性	2人	2014/2/23	晴	10.6	0.0
C	南入①(3DK)	3F	61	男性	2人	2014/2/22	曇時々晴	8.8	1.5
D	南入②(3DK)	4F	30	女性	4人(内子供2名)	2014/3/11	快晴	10.5	0.9

表 3 冬期生活行動調査 タイムダイアリー (被験者 C)

	南入住戸①(3DK)3階																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
室 使用	北側和室																							
	南側和室																							
	南側洋室																							
	台所 風呂																							
開 け て い る 窓	北側和室																							
	南側和室																							
	南側洋室																							
	台所 風呂																							
開 け て い る 間 仕 切 り	北側和室・洋室間																							
	南側和室・台所間																							
	玄関・台所間																							
	玄関・洋室間 台所・脱衣所間																							

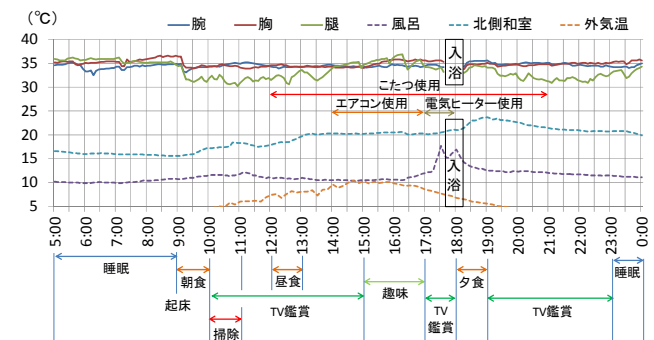


図 2 冬期生活行動調査 皮膚・室温度 (被験者 C)

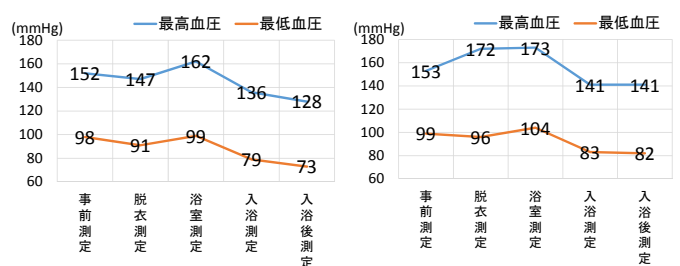


図 3 血圧変化 (被験者 A)

図 4 血圧変化 (被験者 C)

3. 冬期生活行動調査

3-1. タイムダイアリ

本調査は実際の居住者を対象として行った(表 2)。台所と隣接している和室を常に使用し、浴室窓以外に関しては閉めた状態、玄関・台所間と台所・脱衣所間の間仕切りは開け放したまま使用しており、玄関からの冷気が脱衣所まで流れこむ状況であることが予想される。また、居室間では北側和室・台所間はほぼ閉じられたまま使用されており、常に使用している北側和室を暖め、生活空間を狭めて、その暖気が流出しないよう工夫されていることが予想される。

3-2. 皮膚温度、居室温度

生活行動調査として居室温度と皮膚温度(胸、腕、腿の3点)を計測した(図 2)。皮膚温度では入浴後、腿温度が2deg.程度低下しており、周辺環境の影響を受けていることが分かる。また室温では浴室温度が入浴前より上昇しており、入浴時に事前に浴室を温めて入浴していることが分かる。

3-3. 血圧測定

血圧測定より、入浴直前の浴室測定において血圧が最高点を記録しており、入浴時、入浴後で血圧が低下していることから、浴室暖房や、入浴後の居室暖房を行うことがヒートショック対策として有用であると考えられる。

4. 冬期非居住実測

4-1. 実測概要及び改修工事概要

改修工事(表 4 図 5、6)では北入居住戸 3 階を対象とし、主な居住空間であると予想される南側空間を対象として高断熱、高气密化、暖房設備の追加工事を行い、改修住戸と非改修住戸を対象に実測を行った(図 7)。

4-2. 南側和室居室温度

改修住戸と未改修住戸とで比較(図 8)すると、改修住戸の方が平均約 2deg.程度高い温度を記録していた。これは窓を単層ガラスから複層ガラスへと変更したことに加え、外壁側内壁に断熱シートを追加したことにより、居室内の温度が緩和されたことによるものだと考えられる。



図 5 冬期改修工事平面図

表 4 冬期改修項目

No.	改修項目	費用
①	断熱建具追加	約4万円
②	間仕切り追加	約5万円
③ ^{注2)}	断熱シート貼付	約6万円
④ ^{注3)}	複層ガラス入サッシ取替	約20万円
⑤ ^{注3)}	複層ガラス化	約6万円
⑥ ^{注3)}	複層ガラス化	約3万円
⑦	暖房便座追加	約2万円
⑧ ^{注4)}	浴室暖房機追加	約10万円



図 6 冬期改修風景



凡例	機器名称	設置高さ(mm)
★	アメニティメータ	1200
●	サーモクロン	100、500、1200、2200
●	サーモクロン壁面貼付	500、1200、2200
■	サーモクロン壁面貼付	1200
○	ブラックライト設置	-
---	ホットカーペット設置	-

図 7 冬期非居住実測における測定機器配置図

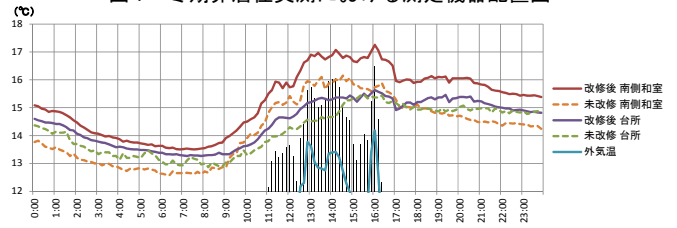


図 8 冬期 南側和室 1200mm 日平均温度

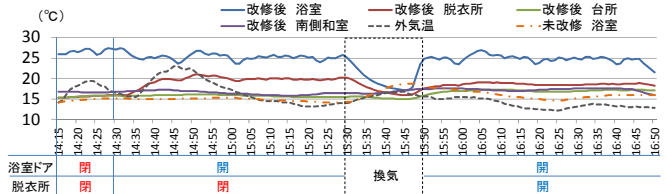


図 10 冬期 浴室暖房機器効果

表 5 入浴実験タイムスケジュール

行動	休憩	測定	脱衣	測定	浴室内	入浴	測定	浴室内	脱衣所	更衣	居間
所要時間	30分	1分	3分	1分	1分	1分	10分	1分	1分	5分	1分

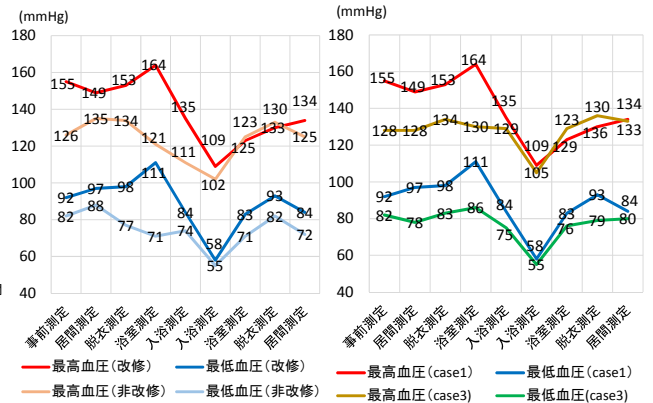


図 11 改修・未改修比較

図 12 浴室暖房効果

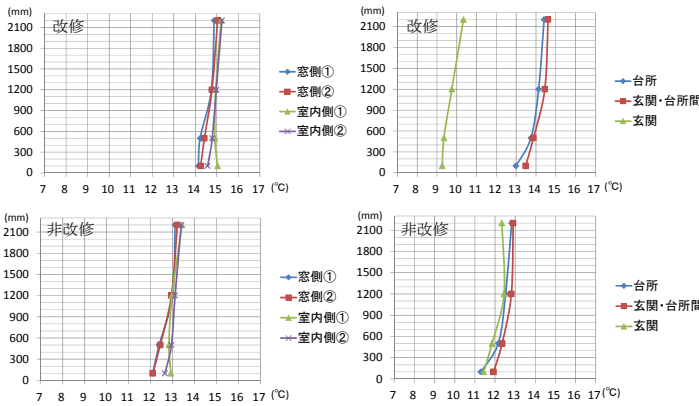


図 9 冬期 室内、台所・玄関付近上下温度

4-3. 上下温度分布

上下温度分布 (図 9) では改修住戸が未改修住戸より平均 2deg. 高い結果となった。また台所付近温度も 2deg. 程度高く計測されており、玄関前に設置した簡易間仕切によって玄関側からの冷気流入の抑制効果が確認できた。

4-3. 浴室暖房機器効果

浴室暖房機稼働させた状態 (図 10) で脱衣所・台所間の間仕切りを閉じた状態であれば脱衣所温度が約 5deg. 上昇していることから、入浴前に脱衣所、及び浴室間の温度差を緩和することで、ヒートショック事故の危険性の緩和が確認できた。

4-4. 入浴実験効果

血圧変化 (図 11、12) に関して case を 4 項目設定した^{注 6)}。case1 では改修前後共に入浴前に血圧が著しく上昇し、入浴時に低下、入浴後に上昇していることが分かる。また case1 に対して case3 が入浴時に約 24% 変化を緩和できていることから浴室、脱衣所を温め、室間の温度差を緩和することでヒートショック事故の危険を減らすことができるかと予想される。

5. 夏期生活行動調査

5.1 タイムダイアリ

本調査は実際の居住者を対象として行った (表 6)。夏の使用 (表 7) としては冬期と同様の使用をしており、主に間仕切、窓を開けて通気を確保し、また、日中の暑い時のみ冷房を使用し、普段は扇風機での送風で夏の暑さを緩和させていることが確認できた。

5.2 皮膚温度・居室温度結果

夏期では居室温度と皮膚温度 (胸、腕、腿の 3 点) を計測した。皮膚温度 (図 13) では 14~16 時で皮膚温度に上昇が確認された。また 16 時時点で冷房稼働させていることから、部屋温度が居住者の許容値を超えた時点に対応していると思われる。居室温度状況で確認すると、16 時時点で約 33℃ が記録されており、外気温ピークである 14 時時点から 3 時間程度の遅れがあることから、躯体の蓄熱が室内に大きな影響を与えていることが予想される。

6. 夏期非居住実測

6.1 実測概要及び改修工事概要

本実験では非居住空間を対象とし、夏期における温熱環境状況の把握を行った。実測は同対象住宅の 4 階と 5 階を対象とし、自然換気と空調面積を変更することによる効果を確認するために実験 case は 4 項目 (表 9) 行った。また本実験では事前の環境測定 (図 16) を行った後に、屋根面からの影響が大きいと考えられる 5 階住宅のみの改修工事を実施した (表 8、図 14、15)^{注 7)}。

6.2 代表室温度

改修前 case2 (図 16) では冷房を行っているにもかかわらず、室温のピークが外気温ピーク時から 2 時間程度

遅れが確認された。また改修後 case2 では改修前に対し、最高、最低温度の差が約 1deg. 程度低減された。これは朝方の温度が低下していることから夜間に蓄熱が除去されていることもあるが、改修工事を行うことで躯体から屋内への熱流入が抑制されている事が分かった。

表 6 夏期被験者属性

	住戸形式	居住階	年齢	性別	居住人数	測定日	天気	外気温 (°C)	
								最高	最低
A	北入 (LDK)	1F	35	女性	4人 (内子供2名)	2014/8/13	曇時々雨	33.0	24.6
B	南入① (3DK)	1F	72	女性	2人	2014/8/21	曇一時晴	32.9	28.0
C	北入 (3DK)	3F	64	男性	2人	2014/8/28	雨後晴	26.6	20.4
D	南入② (3DK)	4F	30	女性	4人 (内子供2名)	2014/8/16	曇時々雨	31.0	26.7
E	北入 (3DK)	5F	67	女性	2人	2014/8/18	曇後晴	33.8	26.5

表 7 夏期生活行動調査 タイムダイアリ (被験者 E)

北入住戸 (3DK) 5階	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
室使用																										
開けて窓																										
開け切っている																										

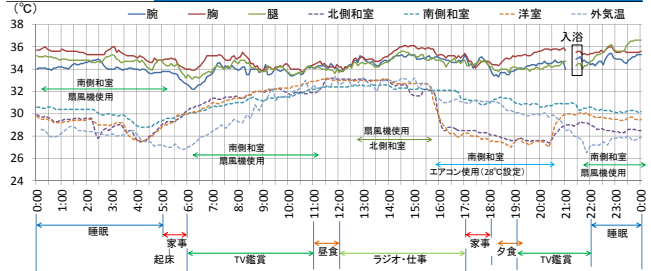


図 13 夏期生活行動調査 皮膚・居室温度 (被験者 E)

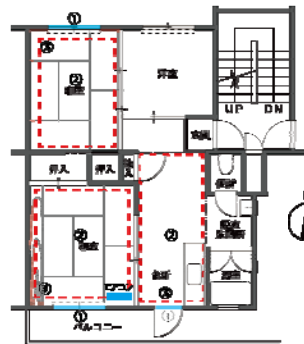


図 14 夏期改修工事平面図

表 8 夏期改修項目

No.	改修項目	費用
①	日射遮蔽シート貼付	約4万円
②注3)	天井断熱シート貼付	約6万円
③注3)	壁面断熱シート貼付	約6万円



図 15 夏期改修風景

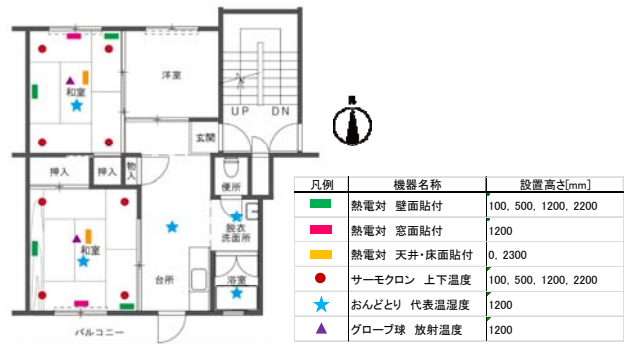


図 16 夏期非居住実測における測定機器配置

表9 夏期非居住実測 実測 case 表

case1	自然換気	2014/8/21	2014/9/16
case2	南側和室のみ空調	2014/8/23	2014/9/17
case3	南側和室、及び台所周辺空間を空調	2014/9/12	2014/9/18
case4	南側和室、及び北側和室までを一体空間として空調	2014/9/13	2014/9/19

6-3. WBGT 値評価

改修前(図 17)case1 で外気温が高くなる 11~13 時にかけて熱中症指標における嚴重警戒域に差し掛かっていることが確認された。また、夜間においても警戒域のままであることから換気のみでは寝中小の危険があることが確認できた。また、case2 では空調を行っている室に関しては注意域にて推移していることから、長時間滞在する場合は空調の使用が熱中症緩和につながると考えられる。

6-4. 南側和室上下温度

上下温度分布(図 18)では、改修前 12~15 時にかけて天井付近温度が上昇していることが分かる。外気温のピークから 3 時間ほど遅れが確認されていることから蓄熱の影響が天井付近に熱溜まりとして確認できた。また改修後では上下での温度差が改修前と比較して緩和されていることから壁面、及び天井面への断熱シート貼付により蓄熱の影響が抑制されていることが分かる。

6-5. 窓面・天井面・床面温度

窓、天井、床面(図 19)では、窓面は日射の影響が大きく 9 時から 30℃を超えており、室内に大きな影響を与えていることが予想される。また床面はあまり変化が見られなかったが、天井面は窓面のピークに比べ、3 時間ほど遅れが確認されており、5 階屋根面からの熱が天井面に蓄熱の影響として出ていることが予想される。

7. まとめ

本研究では夏期と冬期において実際の居住状況を把握するとともに非居住空間における温熱環境の把握を行った。生活行動としては台所に隣接する居室を中心として生活していることが明らかとなり、夏期、冬期共に温熱環境面で許容値を超えた時に設備機器を使用する傾向にあった。また非居住空間を用いた実測調査において、冬期では室間の温度差が大きく、暖房機器を使用する居室を中心とした断熱化が効果的だと明らかになった。特に冷えが厳しい浴室、玄関まわりの暖房を行い、行動範囲内の温度差の緩和を行うことでヒートショック事故への安全性の向上が確認できた。さらに、夏期では日中だけではなく夜間でも温度が高い傾向にあることが確認できた。また、蓄熱の影響が大きく、屋内への躯体の熱流入を抑制することが熱中症対策として重要であると考えられる。

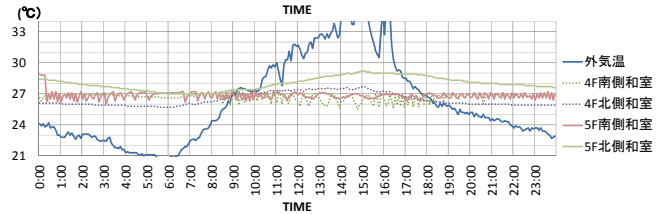
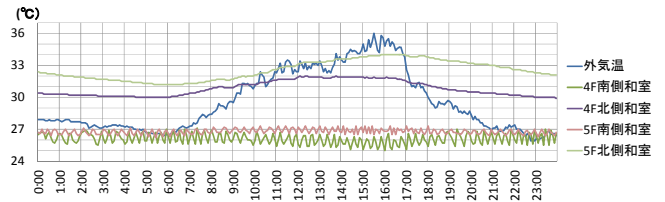


図 16 夏期 case2 居室温度(上:改修前,下:改修後)

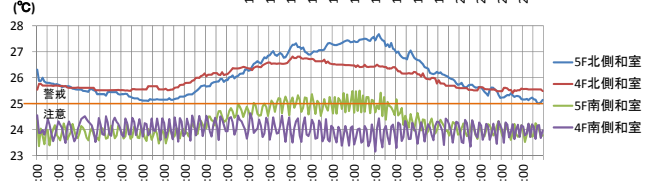
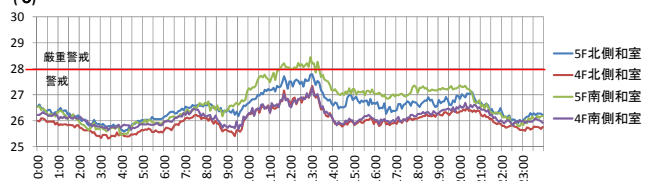


図 17 夏期 改修前 WBGT 値(上:case1,下:case2)

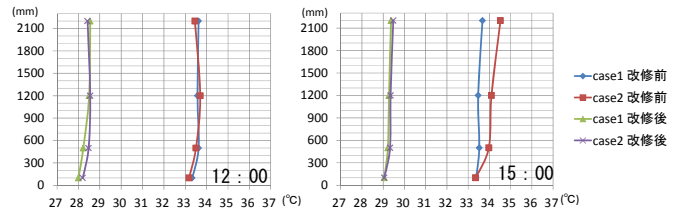


図 18 夏期 北側和室上下温度 (case1, case2)

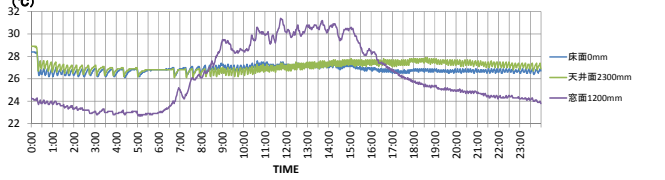
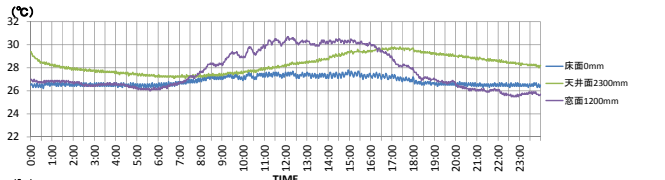


図 19 夏期 5F case2 窓面・天井面・床面温度 (上:改修前,下:改修後)

《参考文献》文 1) 国土交通省,「持続可能社会における既存共同住宅ストックの再生に向けた勉強会」第 1 回資料,2012 文 2) 国土交通省住宅局,公的賃貸住宅等をめぐる現状と課題について,2006 文 3) 国土交通省,平成 20 年住宅・土地統計調査 文 4) 神戸市,「高齢者の家庭内事故を防ぐために」,2012 文 5) 国土交通省,空き家再生等推進事業について,2013 《注釈》 注 1) 共用部分を有し、複数住戸が一体となったものを指す。 注 2) LDK 住戸は台所とそれに隣接した和室を一体化する改修を行った住戸形式

とし、方位は配置により東西に最大 20° 傾きがあるが概ね方位通りである。 注 3) 工事費は全箇所のコストとして計上した。 注 4) 共通で空気層 3mm とした。 注 5) 浴槽は実験用仮設置のため工事費及び浴槽工事費を除く。 注 6) case1:暖房無し、case2:脱衣所暖め、case3:浴室暖め、case4:脱衣所・浴室暖め。 注 7) 改修工事は窓面に日射の影響を軽減するために反射フィルムを貼り付けるとともに、冷房効果向上を目的とし、内壁面と天井面に断熱シートを施工した。